

## Pemanfaatan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) untuk Menurunkan Kadar BOD, COD, dan Fosfat pada Air Limbah *Laundry*

Safira Istighfari<sup>1\*</sup>, Denny Dermawan<sup>2</sup>, Novi Eka Mayangsari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail : safiraistighfari13@gmail.com

### Abstrak

Dampak negatif yang ditimbulkan dari limbah *laundry* adalah pencemaran badan air yang disebabkan dari hasil proses pencucian baju oleh adanya kandungan nitrogen dan fosfat, sehingga menyebabkan kekeruhan dan menghalangi masuknya sinar matahari yang akan mengakibatkan terjadinya eutrofikasi. Berdasarkan hasil pengujian air limbah *laundry* dari salah satu usaha *laundry* di daerah Keputih, Surabaya diperoleh data kandungan BOD dalam air limbah *laundry* mencapai 103,74 mg/L, COD sebesar 239,25 mg/L dan fosfat sebesar 16 mg/L. Kandungan BOD, COD, dan fosfat ini melebihi baku mutu air limbah kegiatan *laundry* berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 52 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Berdasarkan permasalahan yang ada, salah satu alternatif penyisihan BOD, COD, dan fosfat yang mudah, murah, dan efektif adalah teknik fitoremediasi menggunakan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi tumbuhan kayu apu dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan fosfat pada air limbah *laundry*. Metode yang digunakan adalah eksperimen skala laboratorium menggunakan wadah berupa ember plastik yang diisi air limbah *laundry* 100%. Penelitian pendahuluan yang dilakukan adalah aklimatisasi tumbuhan selama 3 hari, selanjutnya dilakukan uji fitoremediasi selama 15 hari atau sampai tumbuhan mati. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan kayu apu mampu bertahan hanya sampai hari ke- 5 dengan persentase removal BOD, COD, dan fosfat pada air limbah sebesar 8,753%, 20,033%, dan 46,875%.

**Kata kunci :** BOD, COD, fitoremediasi, kayu apu, fosfat.

### 1. PENDAHULUAN

Saat ini banyak muncul usaha kecil pencucian pakaian (*laundry*), terutama di perkotaan. Pertumbuhan usaha *laundry* ini memiliki efek samping yang kurang baik, karena sebagian besar langsung membuang limbahnya ke selokan atau badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Limbah *Laundry* mengandung fosfat ( $\text{PO}_4$ ) yang tinggi, fosfat berasal dari *Sodium Tripoly Phosphate* (STPP) yang merupakan salah satu bahan dalam deterjen. STPP berfungsi sebagai *builder* yang merupakan unsur penting kedua setelah surfaktan, karena kemampuannya menghilangkan mineral kesadahan dalam air sehingga deterjen dapat bekerja secara optimal. Fosfat yang berlebih dalam badan air akan mengakibatkan terjadinya eutrofikasi. Eutrofikasi adalah masalah lingkungan hidup yang mengakibatkan tumbuhan akan tumbuh dengan sangat cepat dibandingkan pertumbuhan yang normal, seperti alga dan Enceng gondok yang sering dijumpai pada badan air tercemar (Stefhany, 2013). Limbah cair *laundry* juga akan mempengaruhi kualitas air pada parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), dan derajat keasaman (pH) (Padmaningrum, 2014).

Berdasarkan hasil pengujian air limbah *laundry* dari salah satu usaha *laundry* di daerah Keputih, Surabaya diperoleh data kandungan BOD dalam air limbah *laundry* mencapai 103,74 mg/L, COD sebesar 239,25 mg/L dan fosfat sebesar 16 mg/L. Kandungan BOD, COD, dan fosfat ini melebihi baku mutu air limbah kegiatan *laundry*. Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 52 tahun 2014 menetapkan kandungan maksimal BOD, COD, dan fosfat sebesar 75 mg/L, 180 mg/L, dan 10 mg/L. Berdasarkan permasalahan yang ada, salah satu alternatif penyisihan BOD, COD, dan fosfat yang mudah, murah, dan efektif adalah teknik fitoremediasi menggunakan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*).

Kayu apu merupakan salah satu jenis tumbuhan yang mudah berkembangbiak. Dengan mudah berkembang biak, hal ini menjadi salah satu pertimbangan penggunaan kayu apu dalam fitoremediasi (Rahadian, 2017). Dipilihnya tumbuhan kayu apu karena tumbuhan ini memiliki kemampuan untuk mengolah limbah, baik itu berupa logam berat, zat organik maupun anorganik, dengan bantuan bakteri aktif rhizosfer. Mikroorganisme rhizosfer merupakan kelompok mikroba yang hidup bersimbiosis di sekitar akar tumbuhan, baik tumbuhan pada habitat tanah atau air, yang kehadirannya secara khas tergantung pada akar

tersebut. Mikroba rhizosfer ini memiliki kemampuan untuk melakukan penguraian terhadap benda-benda organik ataupun benda anorganik yang terdapat pada limbah (Suastuti, 2015). Penelitian ini dimaksud untuk mengetahui efisiensi tumbuhan kayu apu dalam menurunkan kandungan BOD, COD, dan fosfat pada air limbah *Laundry* dengan menggunakan fitoremediasi.

## 2. METODOLOGI

### A. Tahap Aklimatisasi

Aklimatisasi tumbuhan bertujuan agar tumbuhan kayu apu dapat beradaptasi dengan lingkungan baru. Tahap aklimatisasi dilakukan selama 3 (tiga) hari (Rukmi, 2013) menggunakan akuades sebelum dipindahkan ke dalam wadah untuk uji fitoremediasi. Wadah yang digunakan adalah 2 (dua) ember plastik dan masing-masing ember berisi 6 (enam) buah tumbuhan, selanjutnya, 4 (empat) buah tumbuhan yang telah diaklimatisasi dilakukan uji awal konsentrasi BOD, COD, dan fosfat yang terakumulasi pada tumbuhan menggunakan metode destruksi. Sedangkan, sisanya 8 (delapan) buah tumbuhan yang telah diaklimatisasi dipindahkan ke wadah uji fitoremediasi.

### B. Uji Fitoremediasi

Pada tahap uji fitoremediasi, volume air limbah yang digunakan sebanyak 4 (empat) liter untuk masing-masing wadah. Limbah *laundry* yang digunakan 100% murni tanpa adanya pengenceran. Dalam penelitian ini digunakan metode fitoremediasi statis (air limbah yang diolah dalam keadaan diam atau tidak mengalir) (Madaniyah, 2016). Pada tahap uji fitoremediasi ini, 8 (delapan) buah tumbuhan kayu apu yang telah diaklimatisasi diletakkan pada 2 (dua) wadah berisi air limbah *laundry*, masing-masing wadah berisi 4 (empat) buah tumbuhan.

Pengujian BOD, COD, fosfat dan pH pada air limbah dilakukan pada hari ke- 0 (saat pengambilan sampel air limbah langsung dari outlet usaha *laundry*), hari ke- 5, ke- 10, dan ke- 15 dengan teknik pengambilan sampel secara *grab sampling* saat sore hari pukul 15.00, untuk mengetahui kandungan air limbah *laundry* setelah tumbuhan terpapar sinar matahari, karena pada saat intensitas cahaya sangat tinggi (di saat siang hari) reaksi fotosintesis berjalan lebih besar daripada waktu lainnya. Pengujian BOD menggunakan metode titrasi winkler (SNI 6989.72:2009), COD menggunakan refluks tertutup (SNI 6989.2:2009), dan fosfat menggunakan spektrofotometri (SNI 06-6989.1.31.2005). Pengamatan morfologi dilakukan pada hari ke- 5, ke- 10, dan ke- 15. Pada hari ke- 15 atau pada hari saat tumbuhan mati dilakukan pengujian akumulasi BOD, COD, dan fosfat pada 4 (empat) tumbuhan kayu apu.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Uji Karakteristik Air Limbah *Laundry*

Air limbah yang digunakan adalah air limbah *laundry* dari salah satu usaha *laundry* di daerah Keputih, Surabaya. Uji karakteristik air limbah *laundry* ini digunakan untuk mengetahui konsentrasi BOD, COD, fosfat, dan pH air limbah *laundry* yang selanjutnya akan dibandingkan dengan baku mutu air limbah bagi usaha/kegiatan *laundry* pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014. Hasil uji karakteristik air limbah *laundry* dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 5.** Hasil Uji Karakteristik Air Limbah *Laundry*

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu
1.	BOD	mg/L	103,74	75
2.	COD	mg/L	239,25	180
3.	Fosfat	mg/L	16	10
4.	pH	-	5	6-9
5.	Suhu	°C	21	-

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Terpadu Poltekkes Surabaya, 2018.

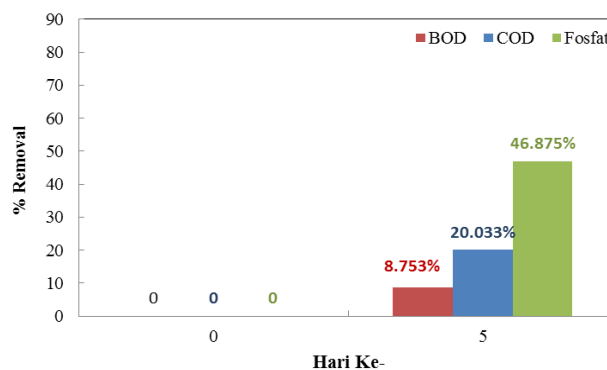
Berdasarkan hasil uji karakteristik air limbah *laundry* diperoleh data untuk parameter BOD, COD, fosfat, dan pH tidak memenuhi baku mutu air limbah *laundry*.

### B. Analisa Efektifitas Tumbuhan Kayu apu pada Air Limbah *Laundry*

Pada bagian ini akan membahas tentang efektifitas tumbuhan kayu apu dari hasil penelitian utama yaitu uji fitoremediasi. Uji fitoremediasi didahului oleh tahap aklimatisasi yang bertujuan agar tumbuhan dapat beradaptasi dengan lingkungan baru dan diharapkan kondisi tumbuhan menjadi stabil. Tumbuhan dikatakan stabil apabila tumbuhan tersebut dapat tumbuh subur dan tidak mengalami kematian (Argita

dan Mangkoedihardjoe, 2016). Apabila tumbuhan dapat tumbuh dengan stabil, maka tumbuhan tersebut mampu digunakan untuk uji fitoremediasi.

Kondisi fisik akar tumbuhan kayu apu sebelum dilakukan aklimatisasi dipenuhi dengan lumpur karena kayu apu diambil dari sungai, sedangkan setelah dilakukan aklimatisasi akar tumbuhan kayu apu menjadi lebih bersih. Kondisi akuades yang digunakan untuk aklimatisasi menjadi warna hitam, karena akuades membersihkan akar tumbuhan yang kotor. Selama tahap aklimatisasi 3 (tiga) hari, tumbuhan kayu apu tetap tumbuh subur dan tidak mengalami tanda-tanda kematian seperti daun layu dan menguning serta tumbuhan berada dibawah permukaan air. Hal ini menunjukkan bahwa salah satu tujuan aklimatisasi untuk membuat tumbuhan menjadi stabil (tumbuh subur dan tidak mengalami kematian) telah tercapai. Uji fitoremediasi dilakukan setelah tahap aklimatisasi selama 15 hari menggunakan tumbuhan yang sudah di aklimatisasi sebelumnya. Hasil persentase removal BOD, COD, dan fosfat pada wadah tumbuhan kayu apu dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 7.** Persentase Removal BOD, COD, dan Fosfat Kayu Apu

Analisa uji akumulasi BOD, COD, dan fosfat pada kayu apu serta berat basah dilakukan pada jumlah total tumbuhan dalam 1 wadah, yaitu 4 tumbuhan untuk mengetahui konsentrasi awal BOD, COD, dan fosfat yang terakumulasi pada tumbuhan. Hasil Analisa uji akumulasi BOD, COD, dan fosfat pada kayu apu serta berat basahnya dapat dilihat pada Tabel 2.

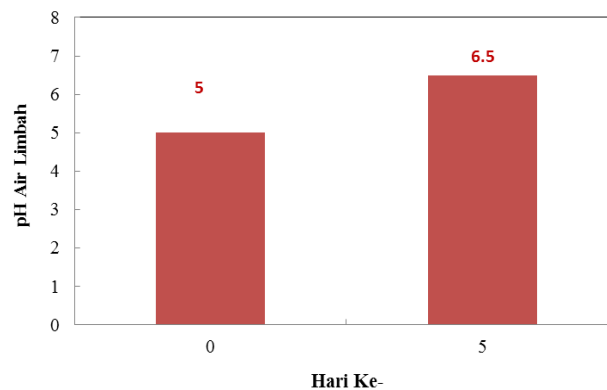
**Tabel 6.** Akumulasi BOD, COD, dan Fosfat pada Kayu apu serta Berat Basah

Parameter	BOD (mg/L)		COD (mg/L)		Fosfat (mg/L)		Berat Basah (gr)	
Hari ke	0	15	0	15	0	15	0	15
KA 1	26,39	0	54,47	0	2,25	0	285,9	0
KA 2	26,39	0	54,47	0	2,25	0	285,9	0
Rata-rata	26,39	0	54,47	0	2,25	0	285,9	0
% penyerapan	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 1 menunjukkan besarnya persentase removal BOD, COD, dan fosfat pada wadah tumbuhan kayu apu mengalami kenaikan pada pengamatan awal yaitu hari ke- 5 masing-masing sebesar 8,753%, 20,033%, dan 46,875%. Persentase removal BOD, COD, dan fosfat pada wadah kayu apu hari ke-10 hingga hari akhir pengamatan tidak dapat dilakukan analisa karena tumbuhan telah mengalami kematian total. Hal ini disebabkan karena tumbuhan kayu apu tidak dapat beradaptasi dengan baik pada konsentrasi BOD, COD, dan fosfat air limbah *laundry* dalam penelitian ini. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Fachrurrozi (2010) yang menyebutkan bahwa daya tahan tumbuhan kayu apu terhadap limbah kurang baik yang dibuktikan dalam penelitian pada air limbah tahu tanaman kayu apu setelah dipergunakan sebagai sarana pengolahan limbah selama 1 (satu) minggu sebagian tumbuhan rusak dan membusuk, hal ini dikarenakan proses adaptasi kayu apu dengan lingkungan tumbuh yang baru dengan kandungan hara dan zat kimia yang berbeda dengan lingkungan asalnya (Hariyanti, 2016). Menurut Wandana dan Laksmono (2013), tumbuhan kayu apu yang dapat menyerap zat organik dalam pertumbuhannya ditandai dengan tumbuhnya tunas baru. Berdasarkan penelitian ini, kondisi morfologi tumbuhan kayu apu tidak mengalami penambahan tunas baru, sehingga dapat dikatakan bahwa tumbuhan kayu apu tidak dapat menyerap zat organik dengan baik pada konsentrasi BOD air limbah *laundry* dalam penelitian ini. Tabel 2 menunjukkan hasil analisa akumulasi BOD, COD, dan fosfat pada tumbuhan kayu apu serta berat basahnya yang hanya didapatkan data hari ke- 0 saja karena tumbuhan sudah mengalami kematian total setelah hari- 5. Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada hari ke- 0 sebelum tumbuhan dikontakkan

dengan air limbah *laundry* sudah memiliki kandungan BOD, COD, dan fosfat dari perairan tempat tumbuhan hidup dengan nilai rata-rata 26,39 mg/L, 54,47 mg/L, dan 2,25 mg/L.

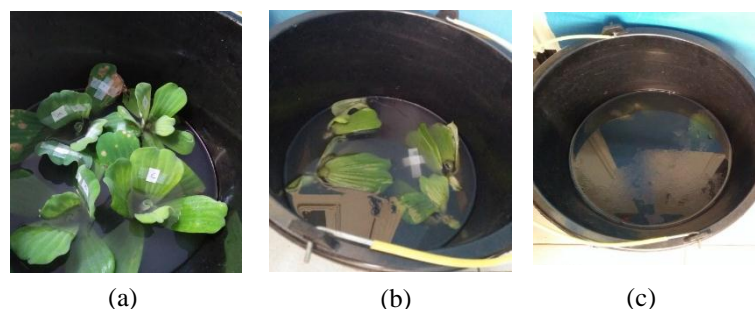
Hasil analisa pH berdasarkan Gambar 2 menunjukkan pada pengamatan awal yaitu terjadi pada hari ke- 0, pH air limbah *laundry* memiliki nilai 5 (lima) yang merupakan pH asam. Nilai pH pada wadah kayu apu mengalami kenaikan pada hari ke- 5 yaitu 6,5, sedangkan pada pada hari ke- 10 dan hari ke- 15 tidak dapat dilakukan pengukuran pH karena tumbuhan telah mati total. Pada umumnya unsur hara akan mudah diserap tumbuhan pada pH 6-7, karena pada pH tersebut sebagian besar unsur hara akan mudah larut dalam air (Argita dan Mangkoedihardjoe, 2016). pH yang tidak normal akan mengganggu metabolisme tumbuhan yang berakibat tumbuhan air tersebut mati. pH air limbah sebelum pengolahan bersifat asam hal ini berpengaruh terhadap tumbuhan air yang akan menghambat dalam proses penguraian bahan organik (Sriyana, 2006 dalam Hariyanti, 2016). Tumbuhan kayu apu relatif tidak tahan terhadap pH rendah, hal ini terbukti pada daun tumbuhan kayu apu menguning dan membusuk sehingga proses pengolahan bahan organiknya tidak optimal (Hariyanti, 2016).



**Gambar 8.** pH Air Limbah *Laundry* pada Wadah Kayu Apu

#### C. Analisa Karakteristik Tumbuhan Kayu Apu

Hasil penelitian Raissa (2017) menyebutkan bahwa dari hasil pengamatan selama 7 (tujuh) hari, terlihat bahwa tumbuhan kayu apu mampu hidup dengan baik pada konsentrasi limbah *laundry* sebesar 20% yang setara dengan 79,4 mg/L BOD, 92,8 mg/L COD, dan 2,06 mg/L fosfat, sedangkan pada konsentrasi 25% sampai 40% kayu apu tidak dapat hidup dengan baik ditandai dengan daun yang menguning dan tumbuhan tenggelam ke dasar. Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, dengan konsentrasi air limbah *laundry* sebesar 103,74 mg/L BOD, 239,25 mg/L COD, dan 16 mg/L fosfat tumbuhan kayu apu tidak mampu hidup lebih dari 5 (lima) hari. Pada hari ke-2 tumbuhan mulai layu dan hari ke- 5 telah menunjukkan tanda-tanda kematian yaitu tumbuhan berada dibawah permukaan air dan mulai membusuk, sehingga tidak dapat dilakukan pengamatan fisik tumbuhan kayu apu pada hari ke- 5 hingga akhir pengamatan. Gambar 3 dibawah ini menunjukkan perubahan fisik tumbuhan kayu apu.



**Gambar 9.** Pengamatan Perubahan Fisik Kayu Apu  
(a) Hari ke- 0 tumbuhan segar (b) Hari ke- 2 tumbuhan mulai layu (c) Hari ke- 5 tumbuhan berada dibawah permukaan air

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tumbuhan kayu apu mampu bertahan hanya sampai hari ke- 5 dengan persentase removal BOD, COD, dan fosfat pada air limbah sebesar 8,753%, 20,033%, dan 46,875%. Nilai pH air limbah mengalami kenaikan dari 5 menjadi 6,5.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terselesaikannya penyusunan jurnal ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan pemilik usaha *Laundry* di Keputih, Surabaya yang telah membantu dalam proses perolehan data penelitian.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Argita, D., Mangkoedihardjoe, S. (2016). Fitoremediasi Tanah Inceptisols Tercemar Limbah Laundry Dengan Tanaman Kenaf (*Hibiscus Cannabinus* L.). Jurnal Purifikasi, Vol. 16, No. 1, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Fachrurrozi, M., Utami, L. B., Suryani, D. (2010). Pengaruh Variasi Biomassa *Pistia Stratiotes* L. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. Jurnal KES MAS UAD, Vol. 4 No. 1, ISSN : 1978-0575, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Hariyanti, F. (2016). Efektifitas *Subsurface Flow-Wetlands* dengan Tanaman Enceng Gondok dan Kayu Apu Dalam Menurunkan Kadar COD dan TSS pada Limbah Pabrik Saus. **Skripsi**, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
- Madaniyah (2016). Efektivitas Tanaman Air dalam Pembersihan Logam Berat pada Air Asam Tambang. **Tesis**, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Padmaningrum, T. R., Aminatun, T., Yuliati. (2014). Pengaruh Biomassa Melati Air (*Echinodorus puleaefolius*) dan Teratai (*Nyphaea firecrest*) terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS, dan Derajat Keasaman Limbah Cair *Laundry*. Jurnal Penelitian Saintek, Vol. 19, Nomor 2, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.
- Rahadian, R., Sutrisno, E., Sumiyati, S. (2017). Efisiensi Penurunan COD dan TSS dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes* L.) Studi Kasus: Limbah Laundry. Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 6, No. 3, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Raissa, G. (2017). Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah *Laundry* dengan Menggunakan Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*). Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Rukmi, D. P., Ellyke, Pujiati, R. S. (2013). Efektivitas Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD pada Air Limbah Laundry. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa, Universitas Jember, Jember.
- Suastuti, D. A., Suarsa, I. W., Putra, D. K. (2015). Pengolahan Larutan Deterjen Dengan Biofilter Tanaman Kangkungan (*Ipomoea Crassicaulis*) dalam Sistem *Batch* (Curah) Teraerasi. Jurnal Kimia 9 (1) : 98-104 ISSN 1907-9850, Universitas Udayana, Bali.
- Wandana, R., Laksmono, R. (2013). Penggunaan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) untuk Pengolahan Air Limbah *Laundry* secara Fitoremediasi. Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 5 No. 2, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jatim, Surabaya.
- Yoga, S. A. R. (2016). Studi Pemanfaatan Enceng Gondok dan *Duckweed* untuk Menurunkan Kadar BOD dan COD Air Olahan IPAL PT. XYZ. Tugas Akhir, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.

**Halaman ini sengaja dikosongkan**